温州蜜柑の隔年結果防止に関する研究(第2報)

花芽の分化感応期間について

伊東秀夫・藤田克治・大垣智昭

(東北大学農学部) (神奈川県農業試験場園芸分場)

H. ITO, K. FUJITA and C. OGAKI: Investigations on the cause and control of alternate bearing of Unshu orange trees. (2)

The time range during which buds can be influenced to initiate blossom primordia

Summary

1. In the previous report⁽⁵⁾ it is shown that the histological evidence of blossom bud differentiation can not be found until March when the meristematic activity of the growing point initiate.

2. The work has been conducted to determine the time range during which buds can be influenced to initiate blossom primordia.

The technique employed in those investigations to determine the extent of the period in which floral differentiation can be induced consisted of bark-ringing, defoliation and defoliation accompanied by ringing at intervals during the fall and winter. Also, forked branches ringed at the base were employed to obtain evidence as to the movement of the flower-inducing substances from leafy branch to the defoliated branch. In the following spring detailed records were taken of the number of blossoms formed on these branches.

3. The trend of blossom/node ratio reflecting the respective periodic ringing or defoliation treatment are diagrammatically represented in figures. Here the percentage value of blossom/node ratio counted in May are plotted as ordinate with the date on which the treatment performed as abscissa.

4. The curve declined as later the ringing is performed and the curve rose as later the defoliation was performed. Later performed the treatments, as the both curves tend to approach each other, the influence became less, and at the point of intersection or closest approach, susceptibility to influence was practically nil. It was near the beginning of March and the percentage value of the nontreated branch

was found just to coincident with the point of intersection.

5. It is assumed very often that the periodic defoliation of branches offered a means of determining the percentage of buds in which flower induction had occurred by the date of treatment. This means that the blossom differentiation took place successively as time elapse. The histological examination, however, as above stated⁽¹⁾ showed that no blossom-bud initiation was found before March.

6. The declining tendency of the curve reflecting the effect of ringing showed that the blossom-bud differentiation became more and more restricted as time elapsed. It seems that later more and more buds had passed beyond the stage in which ringing could influence blossom-bud differentiation.

7. It may be safely concluded that earlier ringed the shoot, more abundantly the leaf-synthesized substances accumulated by March, this, in turn, induced more prolific blossom production in March.

Accumulation of the leaf-synthesized substances by means of bark-ringing induced the blossom formation even in the early fall⁽¹⁾

Even fruited branch is proved to bear blossoms by means of ringing. Fruited branch bearing blossoms is shown in Fig. 4., accompanied by the spring flush and ringed at the base of the both branches.

Earlier defoliation induced less accumulation of the leaf-synthesized substances by March (It is shown in the carbohydrate content in the defoliated shoots "Table 1"), and induced only a few blossom production.

I. ま え が き

著者らは、みかんの隔年結果を防ぐ対策を樹立するための基礎条件を見出す目的で、温州みかんの花の着生を支配する外的並びに内的条件を解明しようとして、先ず、花芽の分化が何時起るものなのかという問題を解くことに着手し、前報⁽⁵⁾において直接検鏡による形態上の分

1958年7月3日受理

化時期についての成果を報告した。

本報告においては、摘葉並びに環状剥皮を、9月初めから翌春3月初めにわたる期間においてほぼ1カ月ごとに施行し、これに対応して花の着生率の変化する様相を調査し、花芽の分化が影響を受ける期間と、花芽の分化に対する摘葉並びに環状剥皮の関連の仕方を詳細に検討し、花芽分化の原因となる生理的条件を解く緒をも把え

ようとした。

本研究を行うにあたって、古藤 実・鈴木庸夫・藤沢治三郎・野村容子の諸氏の多大の協力を受けた。深甚の謝意を表する。

II. 材料及び方法

1. 1955~1956年 神奈川県農業試験場柑橘試験地(小田原市根府川)の尾張系普通温州、樹令約60年のもの10樹上に、太さ0.8~1.8cmの側枝(良好な結果母枝平均5.7本、弱小の結果母枝平均8.1本、果実平均3.5箇、葉数平均114枚を荷うもの)80本を選び、1955年9月3日・10月7日・11月4日・12月12日・1956年1月10日・2月9日・3月5日に各10本ずつ摘葉し、1956年5月10日に着花調査を行つた。

Fig. 1 Defoliated branch of Unshu orange (1955~1956)

さらに、長さ15cm内外の春枝(良好の結果母枝)と結果枝(本年結実しており、普通には花を着けない枝)とについて、摘葉・環状剥皮、或は両処理を兼ねて施行、或はこの2の型の枝を組合わせ、一方を摘葉し、他方を有葉のままにし、両者の共通の基部のところで環状剥皮を施すようにし、その影響を調べた。各処理は1955年9月3日・10月7日・11月4日・12月12日・1956年1月10日・2月1日・3月5日に施し、1956年5月10日に着花調査を行つた。

2. 1956~1957年 同試験地の、辻村系普通温州、樹令18年生の、12樹について、太さ0.7~1.2cmの側枝(良好な結果母枝3~5本、弱小な結果母枝1~6本、結果枝0~4本、結果数0~5箇、葉数平均56枚を荷うもの)を選び、1956年9月20日(供試側枝数25本)、10月15日(22本)、11月16日(18本)、12月18日(15本)、1957年1月18日(11本)、2月18日(8本)、3月20日(5本)に摘葉し、1957年5月9日に着花調査を行い、一方、各処理時に、無処理枝、並びにその時以前に摘葉

した枝を各3本ずつ採集し、80% alcohol に貯蔵し、窒素と炭水化物の分析用に供した。

3. 成分の分析 枝の窒素並びに炭水化物含量を定量した。80%アルコールで、可溶性成分と不溶性成分とに分別し、窒素はKJELDAHL法、炭水化物はSOMOGYI法によつて定量した。

III. 成績

1. 摘葉時期の推移が着花率に及ぼす影響

A. 1955年から1956年にわたつての摘葉処理が1956年5月10日調査の開花率に及ぼした影響

(i) 標準的な結果母枝の場合 9月3日・10月7日・11月4日に摘葉した枝の着花率は23~27%と低率であり、果実収穫後の12月12日に摘葉した枝では53%と増加、1月10日・2月9日処理は大体これと同率、3月5日摘葉したものでは59%と僅かではあるがさらに増加が認められた。無摘葉枝の着花率は62%であつた(Fig. 3)。

Fig. 2 Blossom-bud/node ratio of ringed or/and defoliated spring flush of medium growth and bearing shoot

(ii) 弱い結果母枝の場合 温州蜜柑の結果母枝の中で、弱小軟弱で、花芽を豊富に着けるが、実止りは精々2%程度の貧弱な型のものがある。この型のものでは、9月から11月にかけての摘葉で、その着花率は40~43%、12月12日処理で46%、1月10日処理では64%と増加し、2~3月はほぼこれと同率を示した。無摘葉のものでは78%と相当に違つている(Fig. 3)。

前項の結果母枝と較べて、着花率が全般的に高く、摘葉処理の時期と関連しては着花率の高まる時期が1ヵ月おくられている(Fig. 3)。

Fig. 3 Blossom-bud/node ratio and the percentage of secondary shoots pushed out from the defoliated spring flush of weak growth

なお、摘葉に伴って新梢が発生した。その発生率は、摘葉時期が早い場合ほど高く、着花率と逆の推移を示した (Fig. 3)。

B. 1955 年から 1956 年にわたつての側枝の摘葉処理が着花率に及ぼす影響

着花率は、9 月から 10 月までの処理では大差がなく、11 月摘葉区で急に高まっている。12 月～1 月～2 月処理と漸増し、3 月 20 日の摘葉枝の着花率は無処理の枝の着花率 66% とほぼ等しい。

早期に摘葉した着花率の低い枝の場合に、着花は枝の基部に多いことが観察された。

着花枝率を算出して見たが、処理時期との関係は着花率の推移と同傾向で、10 月～12 月処理で急増することが認められた。

1956 年から 1957 年にわたつて再度行つた側枝の摘葉処理の成績も、着花率、着花枝率共に同じ傾向であつたので、図を省略した。

2. 摘葉と組合わせて環状剥皮を施した時期の推移が着花率に及ぼす影響

1955 年 9 月から、1956 年 3 月にわたつて、摘葉と組合わせて環状剥皮を施し、その着花率に及ぼす影響を調査した。

(1) 有葉のまま環状剥皮を施された春枝 第 2 図に示した通り、環状剥皮を早く施すほど着花が多く、3 月に近づくほどその効果は下がるが、3 月 5 日処理の場合でも着花率 54% で、無処理の枝の 40% に較べると高い (Fig. 2)。

(2) 有葉のまま環状剥皮を施された結果枝 結果枝に環状剥皮を施した場合も、春枝の場合と等しく、着花率は処理時期が早いほど高く、3 月に近づくに

つれて下がっている。3 月 5 日処理枝で 8% であるから、無処理の結果枝が 0 であるよりは確実に着花能力が増強されていると見られる。春枝の環状剥皮を施されたものより 20～50% 低く、時期的にはほぼ同ような反応を示している (Fig. 2)。

(3) 摘葉と環状剥皮とを施された春枝及び結果枝の場合 摘葉に加えて環状剥皮を施された枝は、摘葉されただけの春枝と同様な推移をたどり、摘葉された場合には環状剥皮の効果が着花率の上に現われてこない (Fig. 2)。

結果枝においても同様、環状剥皮の効果が現われず、全然着花が見られない (Fig. 2)。

(4) 有葉の春枝と摘葉した春枝とを組合せて基部に環状剥皮を施した場合 有葉春枝の方は、単独で基部に

環状剥皮を施された春枝と同様な着花率の推移を示した。問題となるのは、摘葉春枝である。これは単独で基部に環状剥皮を施された摘葉春枝 (Fig. 2) と全く異なり、環状剥皮された有葉枝と同型のグラフを画いている。即ち摘葉型でなく、有葉環状剥皮型に変つていたのである (Fig. 4)。

Fig. 4 Blossom-bud/node ratio of defoliated spring flush, accompanied by the untreated branch, ringed at the base of the both branches

(5) 有葉の春枝と有葉の結果枝を組合せて基部に環状剥皮を施した場合 この組合せ方では、共に葉があつて、而も環状剥皮されているので、各個がそれぞれ別箇に環状剥皮を受けた場合と大差ないグラフになっていることは当然と考えられよう (Fig. 6)。

(6) 有葉の春枝と摘葉した結果枝を組合せて基部に環状剥皮を施した場合 有葉春枝の方は単独に剥皮を施された場合と同様な推移を示すことは当然と見られるが、摘葉結果枝の方が単独で摘葉された結果枝とは反対的な、単独で環状剥皮を施された有葉結果枝と同様な推移を示すことが注目に値しよう。各時期の処理共に単独で剥皮された有葉の場合より着花率は幾分低いけれども、そのグラフの形はよく似ている (Fig. 7)。

Fig. 5. Blossom formation on the fruit-branch (fruit harvested in the fall) in May, accompanied by the leafy spring flush, ringed at the base of the both branches in January. (Left: leafy spring flush, Right: fruited branch). The fruited branch ordinarily bears no blossom in the following season.

Fig. 6. Blossom-bud/node ratio of bearing shoot, accompanied by the spring flush, ringed at the base of the both branches

(7) 摘葉した春枝と有葉の結果枝を組合せて基部に環状剥皮を施した場合 有葉結果枝は、当然単独に処理された場合と同様な推移を示し、摘葉春枝の方が環状剥皮された有葉春枝と同様な推移を示すことはやはり注目に値する (Fig. 8)。

3. 摘葉が枝体内の成分構成に及ぼす影響

Fig. 7. Blossom bud/node ratio of defoliated branch, accompanied by the untreated branch, ringed at the base of the both branches

Fig. 8. Blossom bud/node ratio of defoliated spring flush, accompanied by the untreated fruit branch, ringed at the base of the both branches

葉素含量 (Fig. 9-A) は全体として特定の傾向を示さないが、摘葉後1回目のサンプルでは含量が高まっているのが特徴的で、摘葉に伴って新梢の萌芽の促進されることと関連していると見られる。

全炭水化物含量 (Fig. 9-B) は、時期につれて増大している。摘葉されれば減り、時期につれて増大するものの、最終サンプルにおいても大きな差がある。

全糖 (Fig. 9C) は、12月、1月かけて著しく増加し、厳冬を越すとやや減少する。11月の数値では摘葉による減少が目立つが、それ以後では余り目立たない。

澱粉含量 (Fig. 9D) は、12月と1月の増量は比較的少ないが、時期につれて増しており、摘葉の影響は特に12月、1月のサンプルに強く出ている。

Fig. 9. Seasonal trend of nitrogen and carbohydrate content in the control and the periodically defoliated shoots

IV. 考 察

摘葉或は環状剥皮を、9月から翌年3月初めに至る7カ月にわたって、ほぼ1カ月ごとに施した結果、次のようなことが立証された。

1. 着花率は、前年9月始めに摘葉された場合に最も低率であり、以後処理時期が遅れるにつれて漸次上昇し、3月始め処理の場合には、無処理枝の着花率とほぼ等しい率に落着く (Fig. 2, 3)。

2. 着花率は、前年9月始めに環状剥皮された場合に最も高率であり、以後処理時期が遅れるにつれて漸次下降し、3月始め処理の場合に、無処理の枝並びに3月始めに摘葉された枝の着花率とほぼ等しい率に落着く (Fig. 2)。

3. 摘葉して同時に環状剥皮した場合には、単に摘葉された枝と同様の推移を示し (Fig. 2)、環状剥皮はその枝に葉が存在しなければ着花を助長する効果をもたらさ

ないことが示された。

4. 結果枝は、翌年の結果母枝になると思われる春枝に比べて、その着花率は低い、処理時期に伴う着花率変遷の推移状況は、両者平行的である。

5. 春枝同志、春枝と結果枝と2本の枝を組合せて、両者の基部において環状剥皮を施すと、春枝或は結果枝のいずれかが摘葉された場合、摘葉された枝の着花率は、単独で摘葉された場合とは反対に、有葉で環状剥皮された枝と同様に処理時期につれて下降する推移を示し、組合つた相手の有葉枝と基部における環状剥皮と両方の影響を受けていることを反映する。

6. 摘葉されると新梢が萌発する。萌発率は処理時期が早いほど高い。

7. 無処理の枝の枝体内の成分には、時期的に、窒素含量の変化には一定の方向が認め難いが、全炭水化物は漸増している。全糖は、特に12・1月の増加が著しく、

澱粉・多糖類全体としても漸増している。

摘葉された枝の窒素含量は、処理後1回目の採取時には無処理枝の含量以上に増えているのが何時の場合にも目立つ。摘葉に伴う新梢の萌発と関連するものと考えられる。炭水化物は、摘葉されても全般を通じて時期につれて増している。無処理の枝の含量と較べると、早期に摘葉された枝ほど隔りが大きく、翌年2月のサンプルにおいても、大きな差異が残っている。

以上が本実験の成績として把握された。

温州蜜柑の着花率は、前年9月始めの摘葉・環状剥皮によつて大きく動き、それ以後の処置に対しては反応度は漸次小さくなり、3月始めの処理に対しては何等の反応が起らなかった。処理時期がおそくなるにつれて、環状剥皮枝の着花率曲線は下降し、摘葉枝の着花率曲線は上昇し、両曲線は次第に接近し、3月始めの処理で両者は1点に相会することになっているが、この点はまた無処理枝の着花率を投影した点とほぼ一致する (Fig. 2)。

この事實は、3月初めに摘葉・環状剥皮を施しても最早着花を動かすことは出来ない。即ちこの時期には芽の分化は決定してしまつたことを意味する。前報⁽⁵⁾に、著者らが、直接検鏡調査した結果、形態上の表徴が3月に入つて認められたと報告したことが生理的面で裏書されたと言つてよいであろう。

着花率は、この時期より前の処理では、それが早ければ早いほど、大きく変動する。この事實はどういうことを意味するのであろうか。この関係は結局花芽の分化が何によつて誘起されるかという問題にかかっている。摘葉された春枝と果実を荷つている結果枝を組合せ、両者の基部で環状剥皮した場合 (Fig. 8)、この春枝の着花率を、第2図の単独で摘葉された春枝の着花率と対照して見ると、この春枝の着花率曲線は下降曲線であつて、第2図の環状剥皮された無摘葉春枝の着花率曲線と平行的な傾向を示し、単独摘葉春枝の上昇曲線とは全く相反した行動を示すことが見られた。この事實は、その枝自体は摘葉されているが、有葉結果枝の方から流動して来る物質 (下位の環状剥皮によつて下部への流動は阻止される) によつて、あたかも、その枝自体が葉を持ち、基部で環状剥皮された時のように行動したことを表示しており、温州蜜柑においても、葉において合成され、篩管を流動する花成物質が花着きを支配することを立証していると言える。組合わされた枝が果実を荷つておつてもこれだけの効果を示したわけである。(2枝の組合せの花芽分化に関しては別報⁽⁴⁾に報告してある。)

Fig. 10. Blossom/node ratio, counted on May 9, 1957

花芽が分化する量は、花成物質の集積量に従うと見られる。葉数が多く長期間にわたつて花成物質が集積されるほど着花率は高くなるはずである。環状剥皮が早く施されるほどその集積効果は大きく、着花は増えることが第10図の有葉環状剥皮春枝並びに結果枝で見られる。

摘葉の場合は、早く施行されるほど葉がはたらく期間が短縮されるから、花成物質の集積は少いはずで、事実第10図の摘葉春枝並びに摘葉と同時に環状剥皮された春枝で早期摘葉のものほど着花率が低く出ている。花成物質と同じように行動すると見られる (葉で作られ、篩管を流動) 炭水化物集積量 (Fig. 9 B, C, D) が、摘葉枝の着花率とよく似た動き方を見せているのもこうした関係を裏付けている。なお、摘葉枝のうちでは12月・1月摘葉区がその前の摘葉区よりも、2・3月摘葉のものがそれよりもさらに一段と着花が多いが、9~10月は果実の肥大成熟期、11~12月はその収穫期であるから、果実の養分消費量が多い時期には摘葉の影響が一層強く現われたものと見られる。

摘葉に関して、摘葉後には花芽の分化は起こり得ず、摘葉枝における花芽の着生は、摘葉以前の分化によるものだという考え方がある^(8,6,7)。この考え方からすると、摘葉枝の着花率は、それぞれの摘葉時における花芽分化率ということになるから、着花率曲線がそのまま時期的花芽分化率曲線を表わしていることになり、花芽は時期を追つて分化し、次第に増えてゆくことになる。しかし、著者らは検鏡してそのような分化の仕方を認め得ないことを確めている⁽⁵⁾。摘葉枝は上記のように生理的に花芽の分化を制約されるから無処理枝より分化が早く起こることは考え難い。またこの考え方では環状剥皮を早

く行うほど着花を多くする事実を解釈することができない。前報にも引用したが、ABBOTT⁽¹⁾は環状剥皮を施し、人為的に年内に開花を起し得ることを立証し、葉による合成養料の集積が充分であり、その上で萌芽が誘起される状態におかれると、不時的にも花芽が分化し開花が誘発されると解説している。ABBOTTの言う葉の合成養料は、花成物質と考えてもいいわけで、葉の同化合成養料の集積が花芽分化（温州、その他柑橘ではそれと同時に萌芽の誘起されることが必要である一前報）の主因なのである。それ故環状剥皮を施せば早く花芽の分化し得る状態を作り上げることになるのである。本報においては、温州蜜柑の着花率が変動する様子によって、開花前年から開花年にわたる種々の時期における摘葉・環状剥皮の花芽分化に影響する度合を驗し、温州蜜柑の花芽分化感応期間を解明した。感応期間の初まりについては更に若干遡つて見る必要であろう。

藤田は、結果母枝として5月中下旬に伸長を停止し、長さ15~20 cm、軸太く、節間短く、葉は中庸の大きさで肉厚く下葉と先端の葉の大きさがほぼ同じであるものが最適格であるとしている。本実験で明らかになった花芽の分化に必要な生理状態を醸し出すためにこうした適期の伸長停止、葉の発達に恵まれることは好適であり、この状態から遠く去れば、遠く去るだけ必要な生理状態を醸し出すことが困難に傾くことは当然と言える。

DAVIS⁽²⁾が、1957年8月の年次大会におけるアメリカ園芸学会長としての講演に、“Flowering and alternate bearing”という標題を掲げて、最近の植物生理学界における花芽の形成に関する研究の進歩に鑑みて、果樹における花芽の形成を隔年結果との関連において改めて綜合考察し、形態的分化期・感応時期・枝の伸長停止期・葉の合成物質・環状剥皮などとの関係について論評し、著者らと大体同じ見解を表明していることは、そのテーマの採上げ方から著者らと軌を同じくするものであり、まことに興味深い。

V. 摘 要

1955~57年にわたり、9月初めから翌年3月初めまで、ほぼ1ヵ月ごとに、摘葉或は環状剥皮、或は両処理を併施して、5月に着花を調べ、温州蜜柑の花芽分化感応期間を明らかにしようと試みた。摘葉並びに環状剥皮処理の影響の仕方を精しく見るために、春枝同志、春枝と結果枝を組合わせて両枝の基部に環状剥皮を施し、そのいずれか1方の枝を摘葉する組合せをもつくつた。

摘葉すると、9月初めの処理では着花率は極めて低く、時期がおくれるにつれて着花率は高まり、3月始めの処理では無処理枝と同率となり、最早反応が現われない。

環状剥皮をすると、9月初めの処理では着花率は極めて高率を示し、以後漸次下降し、3月始めの処理ではやはり無処理枝と同率となり、最早反応が現われない。

以上によつて、感応の初まる時期についてはもう少し遡つて試験する必要もあるように見えるが、感応終止期は3月始めであつて、この時期は芽の分化の決定期であると断定出来た。著者らは前報に、検鏡による形態上の判定で、温州蜜柑の花芽の分化期は3月中下旬であると報告したが、感応が3月初めの処理で終止する本実験の成績とよく符合する。

化学分析による炭水化物含量の消長、2枝の組合せ実験、並びに結果枝においても環状剥皮によつて着花した事実などを併せ考えると、葉の合成物質の枝における集積量と着花率は比例的に増減するように認められる。

3月における環状剥皮が最早花芽を増し得ないことは、たとえ葉の合成物質が集積を起こしても最早芽が感応しない状態に達して反応を起こし得ないと解釈すべきであろう。

摘葉した場合の着花率は、それぞれの時期に既に分化し終つた花芽の割合を現わすという見解、即ち花芽は時期的に次々と分化するという見解を採る研究者が多いが、検鏡による形態的觀察結果と対照して、感応期間内において、より長くプラスの状態に置かれれば（即ち環状剥皮を早く施されれば早いほど）着花率は高まり、より長くマイナスの状態に置かれれば（早く摘葉されれば早いほど）着花率は下がるものだと解釈する方が妥当であると考え。枝の炭水化物含量は、摘葉時期が早いものほど翌春においても低率であり、摘葉に伴つて葉の合成物質の集積量が少いというマイナス状態の在り方を実証している。

引用文献

- (1) ABBOTT, C. E.: Blossom-bud differentiation in citrus trees. Amer. Jour. Bot. 22: 476~485, 1935.
- (2) DAVIS, L. D.: Flowering and alternate bearing. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70: 545~556, 1957.
- (3) FURR, J. R. and ARMSTRONG, W. W.: Flower induction in Marsh grapefruit in the Coachella Valley, California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 176~182, 1956.
- (4) 伊東秀夫・藤田克治：みかんの枝の果芽形成能力。農及園 31(8): 81~82, 1956.
- (5) 伊東秀夫・藤田克治・大垣智昭：温州蜜柑の隔年結果防止に関する研究(第1報)。園学雑誌 27(2): 94~100, 1958.
- (6) 大崎 守・佐宗久雄：柑橘の花芽分化期に関する試験(1) 園学雑誌 13(1): 24~29, 1940.
- (7) ————・—————：同(2) 園学雑誌 14(2): 103~106, 1941.